

**PENENTUAN RUTE OPTIMAL DISTRIBUSI PRODUK  
DENGAN METODE *TRAVELING SALESMAN PROBLEM* (TSP)**

**(Studi Kasus : PT. PPI Surakarta)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

**Diajukan Oleh:  
YUDIK SETIYAWAN  
D 600.040.037**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**RUTE OPTIMAL DISTRIBUSI PRODUK DENGAN METODE  
*TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP)*  
(Studi Kasus : PT. PPI Surakarta)**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Disusun Oleh :

**YUDIK SETIYAWAN**

**D 600.040.037**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Hafidh Munawir, S.T., M.Eng.

## HALAMAN PENGESAHAN

### PENENTUAN RUTE OPTIMAL DISTRIBUSI PRODUK DENGAN METODE *TRAVELING SALESMAN PROBLEM* (TSP)

(Studi Kasus : PT. PPI Surakarta)

Oleh :

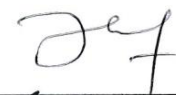


**YUDIK SETIYAWAN**

**D 600.040.037**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta.  
Pada hari,...Selasa, 31. Oktober 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

#### Dewan Penguji

1. Hafidh Munawir, S.T., M.Eng  
(Ketua)
2. Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D  
(Anggota)
3. Ida Nursanti, S.T., M.EngSc  
(Anggota)

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



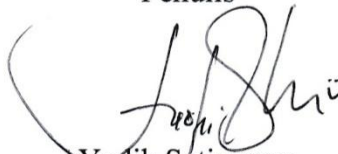
(Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D)

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 31 Oktober 2017

Penulis



Yudik Setiyawan

D600.040.037

**PENENTUAN RUTE OPTIMAL DISTRIBUSI PRODUK  
DENGAN METODE *TRAVELING SALESMAN PROBLEM* (TSP)  
(Studi Kasus : PT. PPI Surakarta)**

**Abstrak**

PT. PPI Surakarta merupakan perusahaan yang memiliki kegiatan utama yaitu ekspor, impor dan distribusi. Pada kenyataannya banyak masalah yang dihadapi oleh perusahaan, salah satunya adalah penentuan jalur optimal pendistribusian produk kepada konsumen. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan metode *Traveling Salesman Problem* yang didalamnya terdapat dua metode yaitu *Branch and Bound* dan *Nearest Neighbor*. Tolak ukur dari metode ini adalah jarak antar *outlet* satu dengan *outlet* yang lain yang hanya dikunjungi sekali, untuk mendapatkan jarak antar *outlet* adalah dengan mengukur masing-masing jarak mulai dari gudang, *outlet* ke *outlet*, hingga kembali ke gudang. Cara tersebut digunakan untuk perhitungan mulai dari hari Senin sampai dengan hari Jum'at. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi masukan bagi perusahaan dalam menentukan jalur pendistribusian produknya.

Berikut ini salah satu perbandingan hasil yang diperoleh menggunakan metode *Branch and Bound* dan *Nearest Neighbor* untuk rute hari Selasa: 6,84:5,06 Km. Selain itu juga diketahui biaya dan panjang jalur yang dilalui setiap harinya dan juga efisiensi jarak: Senin Rp 2.700,5 (4,91 Km; 34,46 %), Selasa Rp 1.259,5 (2,29 Km; 31,16 %), Rabu Rp 258,5 (0,47 Km; 5,32 %), Kamis Rp 1.639 (2,98 Km; 18,93 %), Jum'at Rp 148,5 (0,27 Km; 2,69 %). Sehingga didapatkan penghematan biaya Rp 312.312 satu armada setiap tahun. Dapat disimpulkan metode yang digunakan untuk menghitung jalur optimal adalah metode *Branch and Bound*.

Kata kunci: PT. Perusahaan Perdagangan Indonesia, *Traveling Salesman Problem*, *Branch and Bound*, *Nearest Neighbor*.

**Abstract**

*PPI surakarta is a company wich has main activities, they are : export, import and distribution. In fact, there are many problems faced by the company, one of them is the determination of the optimum route in distributing the product to consumer.*

*To achieve the purpose, the company use Traveling Salesman Problem (TSP) which consist of two methods, they are : Branch and Bound (BB) and Nearest Neighbor (NN). The main point of this method is the distance between one outlet to the other outlet which only visited once. To get the distance between outlet is by measuring each distances from storeroom, outlet to outlet and finally come back to the storeroom. Those ways used on Monday to Friday. This reseach is expected to be useful as suggestion for the company in determining their product distribution route. The comparison result of using Branch and Bound and nearest neighbor method for Tuesday is as follow 6,84:5,06 km. On the other hand, it has been known that expense and the length of the distance passed in everyday and also the efficiency of the distance : Monday Rp 2.700,5 (4,91 Km; 34,46 %), Tuesday Rp 1.259,5 (2,29 Km; 31,16 %), Wednesday Rp 258,5 (0,47 Km; 5,32 %), Thursday Rp 1.639 (2,98 Km; 18,93 %), Friday Rp 148,5 (0,27 Km; 2,69 %). Therefore, we can save the expense Rp 312.312 in one fleet every year. It can be conclude that the method used to count the optimum route is Branch and Bound Method.*

*Keywords : PT. PPI, Indonesian Trade Center (ITC), Traveling Salesman Problem, Branch and Bound, Nearest Neighbor.*

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan PT. PPI Surakarta merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang ekspor, impor dan distribusi. Pada saat ini, produk dan komoditi yang diperdagangkan oleh PT. PPI Surakarta, termasuk Produk Industri dan Produk Konsumer. Produk Industri termasuk Material Konstruksi (Semen, Aspal, Produk Baja/ Produk besi lainnya), Produk Agro (Bahan kebutuhan pokok, Rempah-rempah, Hasil Hutan dan Produk Perikanan), Bahan Kimia (Pupuk, Pestisida, Bahan kimia berbahaya dan Obat-obatan). Untuk Produk Konsumer terdiri dari beberapa brand terkenal seperti Unilever, aqua, aquaria dan *duty paid* minuman beralkohol (sebagai importer resmi yang ditunjuk oleh pemerintah Indonesia).

Dalam menjalankan usahanya tentu saja diperlukan pemasaran produk dengan cara melakukan pendistribusian produk ke berbagai *retailer* setiap harinya. Minimasi biaya distribusi harus dilakukan oleh perusahaan agar dapat memberikan keuntungan yang maksimal.

Mengingat perusahaan memasarkan produk mempunyai beberapa tujuan distribusi yang berlokasi di wilayah pemasaran Surakarta, dengan banyaknya *alternative* perjalanan harian yang mungkin untuk dilewati dalam mendistribusikan produknya kewilayah tujuan yang memerlukan biaya distribusi yang besar, sehingga perlu memilih rute perjalanan yang cepat dan memerlukan biaya distribusi yang minimal.

## 2. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT. PPI (Perusahaan Perdagangan Indonesia) Surakarta yang beralamat di jl.Letjen Sutoyo No. 52 Surakarta. Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, digunakan metode-metode sebagai berikut: Dengan cara melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap obyek permasalahan yang diteliti, yaitu dengan mengetahui kegiatan salesman dalam mensuplai produk ke *outlet-outlet* yang harus sesuai jalur yang sudah ditetapkan. Dengan cara melakukan tanya jawab dengan wakil perusahaan berkaitan dengan

permasalahan yang diteliti, antara lain terhadap Bapak Sukamto, serta dibantu oleh Bapak Joko Sutopo dan Bapak Tri guna mendapatkan kelengkapan data nama *outlet*, alamat dan rute yang harus dilalui. Dengan cara menggunakan buku-buku, arsip-arsip mengenai data perusahaan dan daftar bacaan lainnya yang berkaitan dengan penelitian dan memperjelas topik kajian yang diteliti sehingga dalam menyimpulkan suatu masalah jauh lebih baik. Pengukuran dilakukan dengan bantuan indikator jarak tempuh pada *speedometer* mobil pengangkut dan menggunakan *google maps*. Pengukuran jarak dimulai dari gudang sampai outlet terakhir. Pendistribusian barang yang dilakukan adalah dengan cara melakukan pemesanan ke pabrik dan kemudian dari distributor melakukan pendistribusian ke *outlet-outlet* sesuai jadwal pengiriman yang sudah ada. Dalam melakukan pendistribusian produknya dengan menggunakan jenis armada yang mempunyai kapasitas angkut sama. Jenis armada yang digunakan adalah jenis mobil box berbahan bakar solar dengan kapasitas angkut kurang lebih 350 karton air mineral aqua/aguaria. Analisa yang akan dilakukan meliputi sebagai berikut:

- a. Perbandingan jarak rute yang biasa di tempuh oleh salesman dengan rute hasil analisa yang dilakukan.
- b. Efisiensi jarak antara rute hasil analisa dengan rute yang biasa ditempuh.
- c. Analisa penghematan dalam segi biaya bahan bakar mesin yang dapat diperoleh, dengan asumsi bahwa untuk 1 liter solar seharga Rp. 5.500,00 dapat menempuh jarak 10 km.
- d. Analisa yang terbaik diantara metode *Branch and Bound* dan *Nearest Neighbor* yang digunakan untuk melakukan pemecahan masalah.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengolahan jarak pada jalur regular ini berdasarkan dari jalur yang telah ada, dimulai dari gudang menuju outlet pertama dilanjutkan ke outlet berikutnya sampai ke outlet yang terakhir sesuai urutan yang telah ditentukan. Berikut adalah hasil pengolahannya :

1. Hari Senin
2. Hari Selasa
3. Hari Rabu
4. Hari Kamis
5. Hari jum'at

#### 4.3.1 Rute Regular Masing-Masing Jalur :

**Tabel Rute Aktual/Reguler Masing-masing Jalur**

| <b>Hari</b>   | <b>Rute Yang Dilalui</b>  | <b>Jarak (Km)</b> |
|---------------|---|-------------------|
| <b>Senin</b>  | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 1                | 14.25             |
| <b>Selasa</b> | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 1 | 7.35              |
| <b>Rabu</b>   | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 1      | 8.84              |
| <b>Kamis</b>  | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 1           | 15.74             |
| <b>Jum'at</b> | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 1      | 10.03             |

Keterangan : *Outlet* yang dikunjungi untuk masing-masing hari adalah berbeda, untuk nama dan lokasi *outlet* lebih jelas bisa dilihat di lampiran.

#### 4.3.2 Rute Perhitungan Jalur dengan Metode *Nearest Neighbor* :

**Tabel Rute Perhitungan Jalur dengan Metode *NearestNeighbor***

| <b>Hari</b>   | <b>Rute Yang Dilalui</b>  | <b>Jarak (Km)</b> |
|---------------|---|-------------------|
| <b>Senin</b>  | 1 - 2 - 5 - 10 - 11 - 6 - 9 - 8 - 7 - 3 - 12 - 13 - 14 - 4 - 1    | 14.26             |
| <b>Selasa</b> | 1 - 9 - 16 - 17 - 12 - 10 - 8 - 2 - 7 - 11 - 6 - 15 - 14 - 13 - 4 | 6.84              |



|               |  |       |
|---------------|--|-------|
|               | - 5 - 3 - 1  |       |
| <b>Rabu</b>   | 1 - 2 - 8 - 10 - 12 - 11 - 14 - 15 - 16 - 13 - 9 - 7 - 6 - 3 - 4 - 5 - 1 | 12.44 |
| <b>Kamis</b>  | 1 - 14 - 15 - 12 - 13 - 10 - 11 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2 - 8 - 9 - 7 - 1      | 24.98 |
| <b>Jum'at</b> | 1 - 2 - 16 - 12 - 14 - 15 - 10 - 9 - 8 - 13 - 7 - 6 - 5 - 4 - 3 - 11 - 1 | 20.66 |

Keterangan : *Outlet* yang dikunjungi untuk masing-masing hari adalah berbeda, untuk nama dan lokasi *outlet* lebih jelas bisa dilihat di lampiran.

#### 4.3.3 Rute Perhitungan Jalur dengan Metode *Branch and Bound* :

**Tabel Rute Perhitungan Jalur dengan Metode *Branch and Bound***

| <b>Hari</b>   | <b>Rute Yang Dilalui</b>  | <b>Jarak (Km)</b> |
|---------------|---|-------------------|
| <b>Senin</b>  | 1 - 5 - 10 - 14 - 4 - 13 - 12 - 11 - 6 - 3 - 7 - 9 - 8 - 2 - 1                | 9.34              |
| <b>Selasa</b> | 1 - 10 - 12 - 8 - 9 - 16 - 17 - 13 - 4 - 14 - 15 - 6 - 7 - 2 - 11 - 3 - 5 - 1 | 5.06              |
| <b>Rabu</b>   | 1 - 2 - 8 - 10 - 12 - 11 - 5 - 4 - 15 - 14 - 9 - 13 - 3 - 6 - 16 - 7 - 1      | 8.37              |
| <b>Kamis</b>  | 1 - 15 - 8 - 12 - 11 - 2 - 5 - 3 - 4 - 6 - 10 - 13 - 9 - 7 - 14 - 1           | 12.76             |
| <b>Jum'at</b> | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 12 - 7 - 13 - 11 - 14 - 10 - 15 - 8 - 9 - 16 - 1      | 9.76              |

Keterangan : *Outlet* yang dikunjungi untuk masing-masing hari adalah berbeda, untuk nama dan lokasi *outlet* lebih jelas bisa dilihat di lampiran.

#### 4.3.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Jalur

Tabel Rekapitulasi Hasil Perhitungan Jalur

| Rute   | Perhitungan Rute |                         |                         | Penghematan Jarak |             |
|--------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------|
|        | Reguler          | <i>Nearest Neighbor</i> | <i>Branch and Bound</i> | Reguler - NN      | Reguler– BB |
| Senin  | 14.25            | 14.26                   | 9.34                    | -0.01             | 4.91        |
| Selasa | 7.35             | 6.84                    | 5.06                    | 0.51              | 2.29        |
| Rabu   | 8.84             | 12.44                   | 8.37                    | -3.6              | 0.47        |
| Kamis  | 15.74            | 24.98                   | 12.76                   | -9.24             | 2.98        |
| Jum'at | 10.03            | 20.66                   | 9.76                    | -10.63            | 0.27        |

#### 4.3.5 Metode yang Dipilih dan Perhitungan Penghematan

Tabel Perhitungan Penghematan

| Metode Yang Dipilih     | Jalur  | Perhitungan Penghematan |       |  |       |  |        |
|-------------------------|--------|-------------------------|-------|--|-------|--|--------|
|                         |        | Jarak (Km)              |       | %  |       | Biaya (Rp)                                     |        |
|                         |        | Reguler – BB            | Hasil | $\frac{JarakLama - JarakBaru}{JarakLama} \times 100\%$ | Hasil | $\frac{JarakLama - JarakBaru}{10} \times 5500$ | Hasil  |
| <i>Branch and Bound</i> | Senin  | 14.25 – 9.34            | 4.91  | $(4.91/14.25) \times 100$                              | 34.46 | $(4.91/10) \times 5500$                        | 2700.5 |
|                         | Selasa | 7.35 – 5.06             | 2.29  | $(2.29/7.35) \times 100$                               | 31.16 | $(2.29/10) \times 5500$                        | 1259.5 |
|                         | Rabu   | 8.84 – 8.37             | 0.47  | $(0.47/8.84) \times 100$                               | 5.32  | $(0.47/10) \times 5500$                        | 258.5  |
|                         | Kamis  | 15.74 – 12.76           | 2.98  | $(2.98/15.74) \times 100$                              | 18.93 | $(2.98/10) \times 5500$                        | 1639   |
|                         | Jum'at | 10.03 – 9.76            | 0.27  | $(0.27/10.03) \times 100$                              | 2.69  | $(0.27/10) \times 5500$                        | 148.5  |

Daritabel rekapitulasi di atas dapat diketahui bahwa:

4.3.5.1 Perbandingan jarak masing-masing rute yang biasa ditempuh oleh *salesman* dengan hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil perhitungan memiliki hasil jarak yang lebih pendek, yaitu dengan menggunakan metode *Branch and Bound*.

4.3.5.2 Untuk efisiensi penghematan jarak, untuk masing masing rute: rute Senin (34,46%), rute Selasa (31,16%), rute Rabu (5,32%), rute Kamis (18,93%), dan rute Jum'at (2,69%).

4.3.5.3 Berdasarkan perhitungan di atas bisa dilihat penghematan biaya/hari adalah : Hari Senin (Rp 2.700,5); hari Selasa (Rp1.259,5); hari Rabu (Rp258,5); hari Kamis (Rp1.639);dan hari Jum'at (Rp148,5). Bisa kita perhitungkan bahwa untuk penghematan selama satu tahun adalah menguntungkan. Sedangkan untuk mengetahui penghematan biaya armada selama satu tahun adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.26 Metode yang Dipilih**

| Metode Yang Dipilih                        | Jalur  | Penghematan Biaya (Rp) |         |         |               |
|--|--------|------------------------|---------|---------|---------------|
|  |        | Mingguan               | Bulanan | Tahunan | Total         |
| <b><i>Branch and bound</i></b>             | Senin  | 2700.5                 | 10802   | 129624  | 140426        |
|  | Selasa | 1259.5                 | 5038    | 60456   | 65494         |
|  | Rabu   | 258.5                  | 1034    | 12408   | 13442         |
|  | Kamis  | 1639                   | 6556    | 78672   | 85228         |
|  | Jum'at | 148.5                  | 594     | 7128    | 7722          |
| <b>Penghematan Biaya Selama Satu Tahun</b> |        |                        |         |         | <b>312312</b> |

4.3.5.4 Adapun metode yang sebaiknya digunakan adalah metode *Branch and Bound*, hal ini didasarkan pada perhitungan yang telah dilakukan, membandingkan hasil optimal yang diperoleh dan dapat menunjukkan bahwa metode *Branch and bound* lebih baik dari metode *Nearest Neighbor*.

4.3.5.5 Analisa tambahan, selama ini perusahaan dalam menentukan rute yang akan dilalui oleh salesman hanya berdasarkan pada pengelompokan daerah saja, belum menggunakan metode ilmiah.

## **4. PENUTUP**

### **4.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

4.1.1 Rute yang ada pada saat ini untuk masing-masing jalur adalah hari Senin (14,25 Km), hari Selasa (7,35 Km), hari Rabu (8,84 Km), hari Kamis (15,74 km), dan hari Jum'at (10,03 Km).

4.1.2 Rute optimal yang diperoleh setelah melakukan perhitungan dengan metode *Branch and Bound* untuk masing-masing jalur adalah hari Senin (9,34 Km), hari Selasa (5,06 Km), hari Rabu (8,37 Km), hari Kamis (12,76 Km), dan hari Jum'at (9,76 Km).

4.1.3 Efisiensi yang diperoleh :

#### **4.1.3.1 Jarak Tempuh**

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan bisa dilihat % penghematan jarak tempuh adalah : rute Senin 4,91 Km (34,46%), rute Selasa 2,29 Km (31,16%), rute Rabu 0,47 Km (5,32%), rute Kamis 2,98 Km (18,93%), dan rute Jum'at 0,27 Km (2,69%).

#### **4.1.3.2 Biaya**

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan bisa dilihat penghematan biaya/hari adalah Hari Senin (Rp 2.700,5); hari Selasa (Rp 1.259,5); hari Rabu (Rp 258,5); hari Kamis (Rp 1.639); dan hari Jum'at (Rp 148,5).

## 4.2. Saran

- 4.2.1 Untuk dapat meningkatkan penghematan biaya dan efisiensi jarak selama pendistribusian produk kepada konsumen diharapkan perusahaan melakukan perhitungan dan analisa dalam penentuan atau pengelompokan *outlet-outlet* yang akan di datangi.
- 4.2.2 Untuk penelitian selanjutnya diharapkan bisa menentukan jalur baru yang berbeda dengan jalur yang telah ada. Dengan harapan ditemukan pengelompokan rute yang bisa lebih efisien.
- 4.2.3 Penelitian ini hanya dilakukan dalam wilayah Surakarta dan sekitarnya, diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa mencakup untuk wilayah yang lebih luas.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ackoff, R.L., 1978: *The Art of Problem Solving : Accompanied by Ackoff's Fables*, Wiley, New York.
- Amin, Rahma Aulia, Dkk, 2006. *Traveling Salesman Problem*, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- David L.Applegate, Robert E. 2006. *Traveling Salesman Problem : A Computational Study*.Princeton University Press.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1995. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta : Balai Pustaka
- E.L. Lawler, D.B. Shmoys, A.H.G. RinnooyKan, J.K. Lenstra. 1985. *The Traveling Salesman Problem*. John Wiley & Sons, Incorporated
- Gerhard Reinelt.2003.*The Traveling Salesman: Computational Solutions for TSP Applications*. Springer
- Gregory Gutin, Abraham P. Punnen, 2004. *The Traveling Salesman Problem and Its Variations*, New York: Kluwer Academic Publisher.
- Lieberman and Hillier, 1989. *An introductions of Operational Research*. New

- York : McGraw-Hill Book Company.
- Oxford Dictionary. 2008. *Oxford Learner's Pocket Dictionary*. Edisi 4.  
Oxford University Press.
- Philips, Don. T, 1986. *Operational Research Principles And Practice*, Canada:  
Lybrary of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Render, Barry, 2001. *Prinsip –prinsip Manajemen Operasi*, Jakarta : Salemba  
Empat.
- Smith, D.E., 1982. *Network Optimazation Practice : A Computational Guide*.  
JhonWiley and Sons, Inc.,Singapore.
- Taha Hamdy A, 2003. *Operation Research : An Introduction*, New Jersey :  
Prentice Hall.
- Utomo, dkk. 2005. *Minimasi Biaya Distribusi Tempe Dengan Metode Traveling  
Salesman Problem (TSP)*. J. Tek. Pert. Vol 5. No. 2: 87-94
- Wardy, Ibnu Sina, 2006. *Penggunaan Graf dalam Algoritma Semut untuk  
Melakukan Optimasi*, Bandung: Institute Teknologi Bandung.
- Wisnubhadra, I. 1997. *Pemecahan Problema Perjalanan Penjual (Traveling  
Salesman Problem ) Dengan Jaringan Syaraf Hopfield*. VASTHU,  
No. 2/Th. V. h. 63-72.